

# Эффективные способы выявления микотоксинов в сырье и готовых комбикормах

Т. В. Крюкова, ведущий технолог-консультант  
О. А. Голубчикова, ведущий ветеринарный  
врач-консультант дивизиона птицеводства ГК ВИК

В настоящее время при динамичном развитии агропромышленного комплекса идет активное увеличение использования площадей сельскохозяйственных угодий в разных климатических зонах, с различными агротехническими мероприятиями и на фоне нарушения общего экологического равновесия.

Чтобы вырастить хороший урожай, необходимо комплексно защищать растения от сорняков, болезней и вредителей всевозможными специфическими препаратами. Но даже при выполнении всех агрозащитных мер, например против плесневых грибов, все равно контаминация корма токсинами диагностируется, и избежать этого практически невозможно.

Наиболее важными микотоксинами для сельского хозяйства являются: трихотецены (Т-2 токсин, ДОН, ДАС), фумонизин, зеараленон, эрготоксин (в поле); афлатоксины, охратоксин А (в хранилище).

Микотоксины представляют собой структурно разнообразные вторичные метаболиты грибов, растущих на кормах, потребляемых животными и человеком, и могут сильно раз-

личаться по своему химическому составу и токсикологии [1].

При попадании мицелия гриба внутрь зерна, например при механическом повреждении, контактное действие препарата будет низкоэффективным, в дополнение плохие условия хранения способствуют стимуляции роста грибов и выработки токсинов.

В процессе развития плесневые грибы постоянно эволюционно адаптируются и вырабатывают ряд токсичных и нетоксичных метаболитов. Токсичные метаболиты направлены на борьбу внутри микробной популяции, где они действуют непосредственно на конкурента. В настоящее время изучено более 400 видов токсичных метаболитов плесневых грибов – микотоксинов (и более 3500 видов не изучено) [2]. Все эти метаболиты вызывают токсикозы.

По причине постоянного изменения внешней среды, условий роста и агрозащитных мер сельскохозяйственных культур развитие грибов идет по пути биологического прогресса, обеспечивающего им успех в борьбе за существование [3]. В связи с этим микотоксины ви-



доизменяются и приобретают новые формы.

По мнению В. А. Бакулина, при хранении кормов из нового урожая зерновых достаточно 2–3 недели для накопления микотоксинов в количестве, необходимом для отравления птицы [4]. Необходимо отметить, что высокопродуктивные породы птицы чрезвычайно чувствительны к микотоксинам.

Таким образом, имеется постоянная угроза для птицеводства от микотоксинов в кормах. Для сельскохозяйственной птицы это снижение продуктивности (способствуют потере усвояемости корма) и воспроизводства, выбраковка и летальность. Для предприятия – ма-

1. Corrier, D.E. (1991)/ Mycotoxicosis: mechanisms of immunosuppression. / Veterinary Immunology and Immunopathology, 30:73. – С. 87.
2. Гласкович М. А., Микотоксины в кормах. Факторы, предупреждающие их развитие и рост. / Издательский дом Гривцова, 2022.
3. Успенская Г. Д., Экологическая адаптация и эволюция грибов. / Микология и физиопатология. – 14, 3, 1980. – С. 262.
4. Бакулин В. А. // Болезни птиц. – В. А. Бакулин. СПб.: 2006. – 343 с.



МИРОВОЙ ЛИДЕР В ОБЛАСТИ ТЕСТИРОВАНИЯ  
БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

## экспресс-тест на микотоксины HELICA ELISA

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ  
МИКОТОКСИНОВ В КОРМАХ,  
ОРЕХАХ, ЗЕРНЕ И ПРОДУКТАХ  
ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ



БЫСТРЫЙ АНАЛИЗ

30-90 минут  
в зависимости  
от набора  
и диапазона  
обнаружения  
токсинов

- Высокая чувствительность
- Стабильные и точные результаты
- Удобные в использовании реагенты с цветной кодировкой
- Отсутствие необходимости в колонках для очистки образцов
- Экономичность





териальные затраты на выбраковку не только зерна и концентрированных кормов, но и на лечение птицы и в итоге недополучение прибыли.

Ввиду способности микотоксинов накапливаться в организме птицы при поступлении малых доз с кормом клинические признаки токсикоза проявляются только при определенной концентрации, но постепенное снижение продуктивности неизбежно.

Предприятия несут большие экономические потери, в частности из-за проводимых лечебных мероприятий. Применяют ветеринарные препараты, которые проявляют активность к выделенному патогену, а ожидаемого эффекта не наблюдают. Это можно объяснить тем, что возможным пусковым механизмом являются вторичные метаболиты плесневых грибов – микотоксины, поступающие с кормом.

Одним из важных пунктов эффективной борьбы с микотоксикозами

и получения чистой конечной продукции птицеводства является микотоксинологический мониторинг поступающих на предприятие сырья и готовых комбикормов. Лабораторные исследования покажут отсутствие или наличие в них токсических метаболитов плесневых грибов. Своевременное обнаружение предотвратит негативные последствия в экономике предприятия.

Более 100 стран, в том числе Российская Федерация и другие страны Таможенного союза, установили правила и нормы для микотоксинов в сырье, кормах и пищевых продуктах – Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011.

В основе контроля качества и безопасности продукции растительного и животного происхождения лежат нормативы содержания различных компонентов и показатели безопасности продовольственного сырья и пищевой продукции, предусмотренные нор-

мативными правовыми актами (технические регламенты, ГОСТы, ТУ, МУ и др.). Оценка качества и безопасности продукции осуществляется аккредитованными в законодательном порядке научно-исследовательскими институтами, межобластными лабораториями и референтными центрами системы Россельхознадзора [5]. В частности, Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности зерна» установлены предельно допустимые уровни содержания микотоксинов в зерне, поставляемом для пищевых и кормовых целей, – Технический регламент Таможенного союза. ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна» (с изменениями от 15 сентября 2017 года).

Химические методы анализа качества готовой продукции и сельскохозяйственного сырья достаточно трудоемки, занимают много времени, требуют специальных реактивов и квалифицированных специалистов-аналитиков. В настоящее время широкое применение получили инструментальные (физико-химические) методы анализа, в том числе для определения микотоксинов в сельскохозяйственной продукции и сырье.

При определении содержания микотоксинов в сырье и готовых кормах наиболее часто используются хроматографические методы (газожидкостная хроматография совместно с масс-спектрометрией, высокоэффективная жидкостная хроматография с УФ-спектрометрической, флуоресцентной или масс-спектрометрической детекцией) с различными вариантами пробоподготовки, а также более экономичные скрининговые методы. Применение высокоэффективной жидкостной хроматографии обеспечивает высокую точность результатов и позволяет определять несколько микотокси-

Таблица № 1. Тест-наборы для определения микотоксинов Helica ELISA

Название набора	Анализируемый токсин
Hygiena Helica Total Aflatoxin Low Matrix	Афлатоксин общий с низким содержанием
Hygiena Helica MycoTox Total Aflatoxin ELISA	Афлатоксин общий
Hygiena Helica Total Aflatoxin Hydro ELISA	Афлатоксин общий, водная экстракция
Hygiena Helica Total Aflatoxin (Rapid)	Афлатоксин общий, быстрый тест
Hygiena Helica Aflatoxin B1 (Low Matrix)	Афлатоксин B1 с низким содержанием
Hygiena Helica Aflatoxin B1 (Rapid Format)	Афлатоксин B1, быстрый тест
Hygiena Helica Aflatoxin M1 Low Matrix (High Sensitivity)	Афлатоксин M1 с низким содержанием (высокая чувствительность)
Hygiena Helica Deoxynivalenol (DON)	Дезоксиниваленол (DON)
Hygiena Helica Fumonisin	Фумонизин
Hygiena Helica Fumonisin Hydro	Фумонизин, водная экстракция
Hygiena Helica Ochratoxin A Universal	Охратоксин А с низким содержанием (универсальный)
Hygiena Helica T-2 Toxin	Токсин Т-2
Hygiena Helica Zearalenone	Зеараленон

нов одного или разных классов. Используется в качестве подтверждающего метода, но требует наличия квалифицированных кадров и дорогостоящего оборудования.

Скрининг-методы отличаются быстротой и удобны для проведения серийных анализов. Позволяют быстро и надежно разделять загрязненные и незагрязненные образцы. К ним относятся широко распространенные методы тонкослойной хроматографии (ТСХ) для одновременного определения до 30 различных микотоксинов, методы иммунохимического анализа (ИХА) и методы твердофазного иммуноферментного анализа (ИФА), обладающие высокой селективностью благодаря применению специфических антител, а также большой пропускной способностью. Хотя эти скрининговые методы с использованием экспресс-тестов не столь точны, они позволяют оперативно определить наличие (а метод ИФА и количество) микотоксинов и опе-

рировать большими выборками образцов [6].

Метод твердофазного ИФА (ELISA) относится к группе иммунохимических методов биохимического исследования и обладает определенными преимуществами:

- оперативность;
- высокая производительность (на одном планшете проводится несколько десятков анализов одновременно);
- простота пробоподготовки и проведения измерений;
- низкая стоимость анализа по сравнению с хроматографическими методами;
- малый объем тестируемого образца.

Иммуноферментный анализ (ИФА), основанный на высокоспецифическом взаимодействии антигена и антитела, обычно используется для мониторинга наличия микотоксинов выше определенного уровня (или их отсутствия) в испытуемом образце. С учетом невысокой стоимости и относительной

простоты иммуноферментный анализ позволяет проводить количественный или качественный скрининг большого числа образцов за короткое время. В связи с чем для определения содержания целого ряда микотоксинов (афлатоксина В1, охратоксина А, Т-2 токсина, зеараленона, фумонизина В1 и других) в зерновых кормах, зернобобовых кормовых культурах, искусственно высушенных и грубых кормах, продукции комбикормовой промышленности, сырье для производства кормов и кормовых добавках иммуноферментным методом разработан соответствующий ГОСТ 34140–2017 «Продукты пищевые, корма, продовольственное сырье. Метод определения микотоксинов с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием».

Для экспресс-определения микотоксинов в пробах зерна, кормов и компонентов для их производства методами иммунохимического анализа разработаны специ-

5. Микотоксины и микотоксикозы. / Под редакцией Дуарте Диаза. – М.: Печатный Город. – 2006. – 382 с.

6. Федоренко В. Ф., Буклагин Д. С. Методы и инструменты контроля качества с.-х. продукции. – М.: Росинформагротех. – 2017. – 296 с.

Таблица № 2. Результаты исследования на микотоксины проб «Финиш-1» и соевого шрота

Проба	Микотоксины	ВЭЖХ /HPLC, мкг/кг	Helica ELISA, мкг/кг	Отклонение от ВЭЖХ, %
Комбикорм «Финиш-1»	Т-2	10,93	11,179	2,2
	Зеараленон	37,4	38,414	2,6
Шрот соевый	Т-2	Менее 3,5	2,475	0
	Зеараленон	173,7	164,401	5,3

альные методические указания по экспресс-определению микотоксинов в зерне, кормах и компонентах для их производства (утв. Россельхозом 10.10.2005 № 5-1-14/1001).

Большинство тест-наборов для иммуноферментного определения содержания микотоксинов в сырье и готовых кормах представлены следующими торговыми марками: Ridascreen (R-Biopharm, Германия), Agra Quant (Romer Labs, Австрия), Veratox (Neogen Corporation, США), Helica (Hygiene, США), ELISA Kit и Test Kit (Elabscience Biotechnology Co, Ltd., Китай).

Эксперты ГК ВИК рекомендуют обратить внимание на тест-наборы Helica ELISA, Hygiene США, предназначенные для количественного определения микотоксинов в зерне, сырье для кормов и готовых комбикормах. Наборы представляют собой реагенты для экспресс-анализа, которые могут использо-

ваться в любых анализаторах ИФА с фильтром чтения 450 нм.

На базе производственной ветеринарной лаборатории птицефабрики Центрального региона РФ проводили сличительные исследования тест-наборов Hygiene Helica ELISA, а именно для количественного определения токсина Т-2 и для определения низкого содержания зеараленона в пробах комбикорма и соевого шрота. В качестве референс-метода проводили исследования методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ, HPLC) с двойной масс-спектрометрической детекцией на оборудовании Agilent 1290/AB SCIEX Triple Quad 5500 согласно стандартной методике (ГОСТ 34140–2017 «Продукты пищевые, корма, продовольственное сырье. Метод определения микотоксинов с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометриче-

ским детектированием») в ИЦ ФНЦ «ВНИТИП» РАН.

В качестве образцов использовали пробы комбикорма «Финиш-1» и соевый шрот. Результаты исследования представлены в таблице № 2.

Как видно из результатов исследований, разница концентраций токсина Т-2 и зеараленона при использовании наборов реагентов Hygiene Helica ELISA и эталонного метода ВЭЖХ/HPLC с двойной масс-спектрометрией составляет не более 5,3%.

На основании сличительных исследований, проведенных на базе производственной ветеринарной лаборатории птицефабрики Центрального региона, рекомендуем использовать наборы реагентов Hygiene Helica ELISA для мониторинга наличия микотоксинов в комбикормах и компонентах корма. Тест-наборы реагентов относительно просты в постановке, не требуют дорогостоящего оборудования и дополнительных расходных материалов. Все этапы реакции выполняются в короткие сроки вне зависимости от числа тестируемых образцов. Экспресс-определение микотоксинов с помощью тест-наборов Hygiene Helica ELISA сочетает в себе низкую себестоимость и высокую точность.

Быстрая оценка содержания микотоксинов в кормах и продовольственном сырье позволяет специалистам соблюдать установленные нормы по их содержанию, принимать оперативные управленческие решения по корректировке технологий производства, транспортировке и хранению, обеспечивающие безопасность сельскохозяйственной продукции.



VIII СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ФОРУМ  
**ЗЕРНО РОССИИ – 2024**  
21-22 ФЕВРАЛЯ 2024 г. / СОЧИ



**ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ**

- Экспорт зерна и продуктов его переработки
- Качество зерна. Технологии улучшения и повышения урожайности
- Развитие транспортной инфраструктуры — условия и тарифы
- Инфраструктура зернового комплекса — строительство элеваторов, портов
- Круглый стол «Органическое земледелие и выращивание зерновых»
- Обзор российского зернового рынка
- Новые технологии в системе выращивания зерновых
- Сельхозтехника для посева и уборки зерновых
- Проблемы и пути реализации зерна

**АУДИТОРИЯ ФОРУМА**

Руководители ведущих агрохолдингов и сельхозорганизаций, производители зерна, предприятия по переработке и хранению зерна, операторы рынка зерна, трейдеры, ведущие эксперты зернового рынка, финансовые, инвестиционные компании и банки.

По вопросам выступления и спонсорства:  
+7 (988) 248-47-17

По вопросам делегатского участия:  
+7 (909) 450-36-10  
+7 (960) 476-53-39

E-mail: [events@agbz.ru](mailto:events@agbz.ru)

Регистрация на сайте:  
[events.agbz.ru](http://events.agbz.ru)

